

1- Les bourgeons:

1-1- Définition :

Un bourgeon est un rameau feuillée embryonnaire, un rameau miniaturé, qui est constitué essentiellement par un petit axe très court garni d'ébauches de feuilles et termine par un méristème. Quand le bourgeon se développe les feuilles s'accroissent, l'axe s'allonge et le méristème donne naissance à de nouveaux tissus.

Les feuilles externes peuvent se différencier, elles se transforment en écailles et ont alors un rôle protecteur.

En botanique un bourgeon désigne une excroissance apparaissant sur certaines parties des végétaux et donnant naissance aux branches, aux feuilles, aux fleurs et aux fruits.

1-2- Les différents types des bourgeons: Il existe en particulier chez les arbres fruitiers trois types des bourgeons :

1-2-1- Les bourgeons végétatifs : (Caulinaires ou axillaires), qui assurent le développement des tiges et des rameaux végétatifs, avec leur feuilles; sur les espèces ligneuses, les horticulteurs et arboriculteurs les nomment bourgeon à bois ou yeux; ils sont en général relativement petit, le bourgeon végétatif affecte le plus souvent la forme d'un dôme de quelques centaines de cellules, recouvert par les dernières feuilles initiées.

1-2-2- Les bourgeons floraux : qui le moment venu, assurent le développement des rameaux florifères et des fleurs; les partitions les nomment boutons; ils sont généralement plus gros et plus remplis que les bourgeons végétatifs. (HELLER *et al.*, 2000).

Selon NURHAYAT (1989) in AMIROUCHE, (1998). Chaque arbre fruitier possède un mécanisme de formation et de différenciation des bourgeons à fleurs qui lui est propre.

1-2-3- les bourgeons mixtes : Ils se développent en inflorescences et en pousses feuillées: pommier, poirier, actinidia de chine, carnassier. A l'origine, les bourgeons axillaires sont de même nature, c'est à dire à bois. Après un certain temps d'activité et sous certaines conditions, ils ne se développent en boutons à fleurs qu'une seule fois durant leur existence (BENETTAYEB, 1993).

2- Le cycle de développement des plantes :

2-1-Classification des plantes selon leur cycle de vie :

Le virage floral intervient plus ou moins précocement dans la vie de la plante ce qui permet de les classer de ce point de vue en trois grandes catégories:

2-1-1- Les plantes annuelles :

Parcourant leur cycle de développement est moins d'une année .Le virage floral se produit, alors que l'appareil végétatif est encore réduit, et il est suivi rapidement l'épanouissement des fleurs puis la formation des graines et des fruits aussi .

Aussi les annuelles sont des plantes herbacées et de petite taille, la plupart germent au printemps et fructifient en été ; cependant il existe des annuelles d'hiver comme le coquelicot ou les céréales d'hiver qui germent l'automne, passent la mauvaise saison sous forme acaule, forment leurs ébauches florales après l'hiver et fructifient au printemps ou au début de l'été.

2-1-2-Les plantes bisannuelles:

Ont leur cycle de développement qui s'étale sur deux ans:

La première année (avant l'hiver) elles constituent des réserves en général souterraines; l'hiver leur appareil aérien disparaît plus ou moins; au printemps suivant, le virage floral se produit et à l'aide des réserves accumulées l'année précédente, l'appareil reproducteur se développe; la plante meurt en suite.

Ainsi comme les annuelles d'hiver les bisannuelles n'ont leur virage floral qu'après la mauvaise saison; c'est une analogie importante sur le plan physiologique, mais biologiquement parlant, une différence fondamentale demeure chez les annuelles, les générations se succèdent d'année en année et après n années, on est à la n^{ème} génération ; chez les bisannuelles il n'y a une nouvelle génération que tous les deux, Les bisannuelles à tubercule comme le betterave, la carotte cultivée ans.

2-1-3-Les plantes pluriannuelles :

Plus couramment nommé vivaces (ce terme ayant en botanique un sens précis que dans le langage commun) peuvent se ranger dans deux catégories :

Certaines ne fleurissant et ne donnent des fruits qu'une fois, elles sont comme les annuelles et les bisannuelles, monocarpiques .c'est ainsi que l'agave reste végétatif pendant plusieurs dizaines d'année avant de développement sa hampe florale, puis il meurt.

La plupart, après un délai plus ou moins long (de quelques années chez les arbres fruitiers, d'avantage dans le cas des feuilles des forêts, moindre chez les herbacées), forment régulièrement des fleurs chaque année, elles sont polycarpiques, la pérennité est assurée par des moyens très variés, soit que la pousse feuillée disparaisse chaque année, la souche étant souterraine; rhizome (Iris), bulbe (tulipe), tubercule (pivoine), soit qu'elle persiste et contribue d'année en année à l'édification d'un appareil aérien permanent: arbustes et arbres (Heller *et al.*, 2000).

Les plantes vivaces ne se manifestent que chez un petit nombre d'espèces ayant la possibilité de se marcotter ou de former des drageons (CAMFORT et BOUE, 1975).

2-2-Le cycle annuel des arbres fruitiers:

Le cycle biologique annuel des arbres fruitiers concerne l'ensemble des processus et des changements que subit la plante durant une année. Ces changements sont de natures biologiques, biochimiques et morphologiques (BENETTAYEB, 1993).

Le cycle biologique annuel d'un arbre fruitier comprend deux principales étapes :

-Une première étape, caractérisé par une activité de la végétation, allant du débourrement à la chute des feuilles et durant laquelle se manifeste tous les phénomènes de croissance végétative et de fructification.

-Une deuxième, correspondant au repos hivernale, et qui début a la chute des feuilles, pour prendre fin au moment du débourrement des bourgeons c'est une phase d'inactivité (AMIROUCHE, 1998)

Autres auteurs tels que DOUGET (1963) et GALET (1956-1964) in OUCHAOU (1993), préfèrent parler de cycle végétatif et de cycle reproducteur au sein desquels nous retrouvons les stades de BAGGIOLINI in OUCHAOU (1993).

Selon les observations de BOUARD (1983) in OUCHAOU (1993), le développement de l'appareil végétatif et reproducteur dépend de nombreux facteurs les uns de nature génétique, les autres liées à l'environnement (Annexe, 01).

2-2-1-Le cycle végétatif:

2-2-1-1-Le repos hivernal (dormance):

La dormance est un état physiologique particulier présent par certains organes végétaux et caractérisé par une vie ralentie.

D'après LANG *et al* (1987) in AMIROUCHE (1998), la dormance est une suspension temporaire de la croissance visible de n'importe quelle structure de plante contenant un méristème. Il s'agit:

D'ecodormance: quand les facteurs mis en cause soit ceux de l'environnement (température, stress hydrique).

Para dormance: il s'agit des facteurs physiologiques en dehors de la structure affectée (dominance apicale).

Endodormance: il s'agit des facteurs physiologiques à l'intérieur de la structure affectée

2-2-1-2- Le débourrement:

Durant l'hiver et le début du printemps les bourgeons commencent à gonfler, les écailles protectrices qui recouvrent les yeux s'écartent et laissent apparaître la bourre d'où le nom de débourrement donnée à cette première manifestation de la croissance.

L'activité cellulaire du bourgeon se manifeste dès que la température dépasse un certain seuil, appelé seuil de croissance ou zéro de végétation qui se situe autour de 10°C. (REYNIER, 2003).

Généralement, d'après MAUGET (1982) in AMIROUCHE (1998), la précocité de débourrement dépend de la récupération de la capacité de croissance des bourgeons et essentiellement des besoins en chaleur. Par ailleurs, selon l'auteur, la physiologie du débourrement des bourgeons est grande importance en arboriculture fruitière car elle conditionne l'adaptation d'une espèce à un climat donné.

Un débourrement trop précoce peut être suivi de dégâts causés par le gel de printemps. CHAMPAGNAT (1983), in BENETTAYEB (1993), indique que l'intensité de la dormance ne donne aucune information sur la précocité de débourrement.

2-2-1-3- La croissance :

La croissance végétative est l'ensemble des mécanismes qui conduisent à l'augmentation du volume et du poids de ses parties existantes et à la formation de nouveaux organes: racines, feuilles et ramifications.

Elle s'accomplit par l'agrandissement des cellules préexistantes (Auxésis) et par la multiplication cellulaire (méresis). On sait que le bourgeon latent est formé de feuilles; d'entre nœuds. La croissance du rameau résulte de la somme des croissances de chacun de ces organes et de l'activité du méristème terminal.

Chaque entre nœud a une croissance propre mais les entre nœuds successifs se relaient l'un par l'autre et participent en chaîne à l'élongation du rameau.

La croissance est nécessairement associée à l'activité physiologique des différents organes de la plante entière.

Selon CRABBE (1987) in AMIROUCHE (1998), chez un arbre fruitier, l'évolution de la croissance dans le temps résulte d'une part de l'activité rythmique au niveau des méristèmes, d'autre part des influences des facteurs externes (climat, nutrition, traitement) et facteurs internes (corrélations, compétition entre les organesEtc.).

L'activité au niveau des méristèmes prend son départ en des points privilégiés qui sont :

Les méristèmes apicaux : Ils sont constitués les sommets ou aux apex de toutes ramifications des tiges et des racines, ils assurent à ces parties de l'arbre une croissance régulière et hiérarchisée.

Ils jouent un rôle de premier ordre dans les phénomènes de corrélation et d'inhibition entre les organes.

Les méristèmes secondaires: Ils forment une assise cellulaire entre le bois et l'écorce, ils assurent l'accroissement en diamètre des tiges; des racines et de leurs ramifications.

A- La croissance des bourgeons végétatifs :

D'après RIVALS (1965) in AMIROUCHE (1998), les bourgeons végétatifs au sens strict du terme, émanent d'un méristème primaire ayant successivement produit des écailles puis des ébauches de feuilles.

Dans la majorité des cas, c'est une période de latence plus ou moins longue qu'ils donnent naissance, habituellement au printemps, à un rameau et à des feuilles.

B- La croissance des bourgeons floraux:

D'après LIORET (1974) in AMIROUCHE (1998), le concept de développement est défini par l'ensemble des variations quantitatives correspondant à la croissance, et des variations qualitatives correspondant à la différenciation. Ces deux types de variation sont extrêmement imbriqués.

Ainsi, le développement regroupe les notions partielles de croissance et de différenciation.

D'après MONET et BASTARD (1970) in AMIROUCHE (1998), le développement florale a pour traits essentiels, la croissance de l'ébauche florale et la maturation des cellules reproductrices.

2-2-1-4- Le ralentissement et l'arrêt de croissance :

Un arrêt de croissance est marqué par un ralentissement progressif de la croissance puis son arrêt. Celui-ci est accompagné d'une réduction de l'assimilation des substances nutritives et par leur accumulation dans les tissus de réserves de l'arbre.

Contrairement à la phase de croissance intense, on note dans ces conditions que la proportion du potassium absorbé est inversée ou profit du calcium. Notant également une augmentation de la surface foliaire, ce qui permet à l'arbre de continuer à transpirer car les températures sont encore élevées.

D'après GAUTIER (1987) in BENETTAYEB (1993) lorsque la pousse de l'année arrête sa croissance deux éventualités peuvent se présenter :

-Tous les rameaux de l'arbre forment à leur extrémité un bourgeon terminal. On dit que leur croissance est monopodiale: pommier, pêcher

-Sur tous les rameaux le méristème terminal et ses annexes avortent à la fin de fleur croissance individuelle. L'allongement du rameau est alors assuré par l'évolution du bourgeon devenu le plus distal. Dans ce cas, la croissance est dite sympodiale: abricotier, cognassier.

2-2-1-5- L'aoûtements des tissus :

L'aoûtement (ou la maturation) des tissus concerne la chute des feuilles en automne ; cette phase se remarque par : (REYNIER ,2003).

-Le passage graduel de la couleur de l'écorce du vert à différents teints du brun.

-Une croissance en épaisseur des parois cellulaires.

-Un phénomène anatomique marqué par le développement d'une assise subéro-phéllodermique qui conduit à la croissance en durcissement de la pousse.

-Une réduction notable de la photosynthèse et la chute des feuilles.

-Une accumulation des réserves nutritives, surtout en amidon, dans les tissus.

2-2-2- Le cycle reproducteur :

Le développement des organes reproducteurs, commencé l'année précédente par l'initiation des inflorescences dans les bourgeons latents, se poursuit dès le printemps par la différenciation des fleurs ; en suit se déroulent successivement la floraison, la nouaison, la croissance, et la maturation des fruits (REYNIER, 2003).

2-2-2-1- La floraison :

Chez les arbres fruitiers, la croissance des rameaux ne se prolonge pas tout l'été ; elle cesse à la fin du mois de juillet, cet arrêt de croissance des rameaux marque un tournant dans l'activité métabolique de l'arbre ayant achevé son expansion végétative, il aborde alors sa phase de reproduction.

En général, le fonctionnement des méristèmes apicaux et axillaires assure en premier lieu la formation de nouvelles feuilles et l'allongement de la pousse. Il peut, sous certaines conditions aboutir à la formation de fleurs.

Or, l'activité méristématique se dirige vers l'initiation florale, diffère qualitativement de celle se dirigeant vers l'initiation foliaire.

Dans la formation de la fleur, nous pouvons distinguer trois phases principales et successives à savoir :

A- L'induction florale : c'est un phénomène physiologique complexe qui se traduit par le passage de la plante de l'état végétatif à l'état reproducteur (BENETTAYEB, 1993).

C'est aussi l'acquisition d'un bourgeon végétatif de la capacité à évoluer ultérieurement en bourgeons à fruit et donc à donner fleurs et fruits quand certaines conditions trophiques (nutritionnelles) et climatiques (température et lumière) sont réunies (BENSLIMANI, 1986).

D'après GAUITIER (1982) in OUCHAOU (1993), l'induction florale se produit l'année qui précède la floraison.

B- La différenciation des ébauches florales:

Après l'induction, la différenciation florale du bourgeon commence. Cette différenciation se produit au début de l'été, ou moment où la croissance végétative se ralentit.

Le processus comprend les changements histologiques et morphologiques dans l'apex, aboutissant au développement des primordiaux floraux, ensuite aux parties distinctes de la fleur. Il s'agit donc de transformations morphologiques accompagnées la plus souvent des changements fonctionnelles, et résultant en fait de modifications de la composition chimique (AMIROUCHE, 1998).

D'après LOUIS (1988) in BENETTAYEB (1993), la différenciation florale s'opère à un instant qu'il est difficile de préciser lors de la différenciation florale, les transformations les plus caractéristiques du méristème sont d'après ROLAND (1983) in BENETTAYEB (1993).

-Un épanouissement de l'anneau initial et du méristème médullaire ; l'anneau initial n'est plus régénère et l'axe perd son fonctionnement plastochronique.

-Une reprise de l'activité des cellules de la zone axiale, ces cellules constituant une réserve (méristème d'attente) qui entre en action pendant la phase reproductrice et prend le relais de l'anneau initial. Elles prolifèrent et se différencient en élargissant l'apex.

-Le méristème d'attente produira alors par ses assises externes, les organes fertiles des fleurs et en profondeur le réceptacle.

C- Le développement floral :

Les traits essentiels du développement floral sont la croissance de l'ébauche et les maturations des cellules reproductrices.

Selon MONET et BASTARD (1970) in OUCHAOU (1993), à la fin du mois de décembre chez le pêcher, les ébauches florales reprennent leur croissance et celle par le déclenchement de la méiose. Cette croissance persiste jusqu'à l'éclatement du bourgeon qu'intervient au mois de mars, avec la floraison.

D - La floraison proprement dite :

La floraison au sens ordinaire du terme, consiste dans le développement des ébauches florales précédemment édifiées : différenciation de tissus particuliers, notamment dans les

carpelles et les étamines, croissance des diverses pièces florales à l'intérieur du bouton floral et finalement épanouissement des fleurs (HELLER *et al.*, 2000).

Chez la vigne la floraison se produit généralement en juin, mais la date varie avec la variété (REYNIER, 2003) et même d'une région à l'autre selon les conditions climatiques et la situation géographique (OUCHAOU, 1993).

Il s'ensuit que sur le même arbre, les bourgeons et les fleurs s'épanouissent progressivement suivant leur position dans la couronne et selon la position des fleurs dans l'inflorescence (BENETTAYEB, 1993).

2-2-2-2- La fructification :

A- Pollinisation et fécondation :

La pollinisation et la fécondation qui constituent deux principales étapes de la fructification, déclenchent la production d'hormones qui attirent les substances nutritives vers le fruit, ce qui permet ainsi leur développement.

Sans fécondation, la production d'hormones est trop faible pour induire la croissance du fruit (AMIROUCHE, 1998).

Après la double fécondation, le pistil reprend sa croissance et évolue en fruit tandis que l'ovule se transforme en graine donc la fécondation des fleurs est une étape indispensable pour la formation des fruits (BENETTAYEB, 1993).

B- Nouaison et chute physiologique des fruits :

La nouaison est le premier stade de développement du fruit celui-ci résulte du développement et de différenciation des parois de l'ovaire qui ne se produit naturellement.

Selon VIDAUD *et al* (1987) in OUCHAOU (1993), la nouaison varie selon les variétés, elle dépend des phénomènes qui la précèdent et donnent indirectement des conditions climatiques dans lesquelles ils se sont déroulés, en particulier la température.

Le nombre de fruits murs est toujours inférieur au nombre de fleurs qui se sont différenciées, un certain nombre de fleurs fécondées évoluent en fruits, on dit qu'elles nouent, tandis qu'un certain nombre de fleurs non pollinisées et d'ovaires fécondés tombent, on dit qu'ils coulent le terme de coulure correspond à la chute des fleurs et des ovaires (REYNIER, 2003).

Les arbres fruitiers se caractérisent par leur pouvoir de former un grand nombre de fleurs et des fruits.

Elle sont par contre incapables de les maintenir sur l'arbre jusqu'à la récolte. Ils doivent en effet, réduire naturellement et /ou accidentellement leurs charge (BENETTAYEB, 1993)

Nous distinguons une chute physiologique couramment appelée "chute de juin" qui résulte de la compétition nutritionnelle entre les divers fruits les mieux placés se maintiennent, les autres tombent. Cette période correspond à une période très critique pour le maintien des fruits sur le rameau car elle peut se prolonger jusqu'à la maturité du fruit.

La deuxième chute s'observe peu de temps avant l'époque de maturité, elle peut être influencée par un état de se sècheresse prolongée mais dépend aussi de la variété, le fruit se détache trop facilement du pédoncule (OUCHAOU, 1993).

La période au cours de la quelle des fruits tombent varie en fonction de la floraison qui peut être plus ou moins étalée, quand aux taux de chute, ils sont différents d'une variété à une autre (AMIROUCHE ,1998).

2-2-2-3- Croissance et développement du fruit :

Cette phase commence avec la nouaison et finit avec le début de maturation des fruits. Chez les rosacées à noyau (Pêcher, Abricotier ...), la croissance des fruits se fait selon les étapes suivantes :

- Augmentation du volume du fruit correspondante à une division cellulaire active.
- Ralentissement de la croissance, lignification de l'endocarpe et formation de l'embryon.
- Suite du gonflement cellulaire et augmentation du diamètre du fruit pour arriver au volume final (BENSLIMANI, 1986).

La croissance reprend énergiquement et se poursuit jusqu'à la maturité. Les cellules du péricarpe se multiplient et grandissent en se gorgent d'eau, de sels minéraux et de constituants organiques. (BENETTAYEB, 1993).

2-2-2-4- Maturation des fruits :

La maturation est une série des transformations qui se produisent dans un fruit mûrissent pour l'amener à l'état de maturité.

Du point de vue botanique, le fruit est mur quand il atteint tout son développement et qu'il se détache naturellement du végétal qui le produit ; Du point de vue alimentaire, nous considérons comme mur le fruit qui a acquis toutes les qualités gustatives exigées (OUCHAOU , 1993) .

La maturation et la sénescence des fruits sont déclenchées à la suite de la diminution ou de l'inactivation d'hormones de division et d'élongation (auxines , gibbérellines et cytokinines) et de l'augmentation d' hormones de sénescence (acide abscissique , éthylène) antagonistes des précédentes.(BENETTAYEB , 1993) .

Selon SIEGRIST (1986) in SIRADJ (1994), la période optimale de la récolte se situe lorsque le fruit a accumulé toutes les substances nécessaires au développement de la phase de maturation.

Enfin, nous pouvons dire que la croissance des pousses et les processus de fructification occupent la place la plus importante et la plus décisive dans la biologie des arbres fruitiers.